

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-196001

(43)Date of publication of application : 30.07.1996

(51)Int.Cl.

B60L 3/00

B60L 7/22

B60L 9/18

H02P 3/18

H02P 3/18

(21)Application number : 07-004824

(71)Applicant : TOYO ELECTRIC MFG CO LTD

(22)Date of filing : 17.01.1995

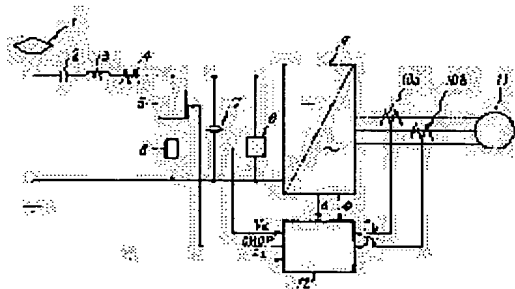
(72)Inventor : KOIZUMI SHINYA
IIDA TETSUSHI

(54) ELECTRIC RAILCAR CONTROLLER AND CONTROLLING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the wear of an air brake shoe by reducing the size and weight of a brake resistor, preventing overheat and enhancing the frequency of an electric brake.

CONSTITUTION: At the input side of an inverter 9, a breaker 2, a reactor 3 and a first current detector 4 are connected in series and connected to a pantograph 1 and the ground, and a capacitor 7, a voltage detector 8 are connected in parallel. At the output side of the inverter 9, second current detectors 10a, 10b are inserted to at least two phases of three phases, and an induction motor 11 for driving an electric railcar is connected. At the time of electric braking, if the voltage of the capacitor 7 is raised, the current of a resistor 6 is controlled to be increased or decreased by a chopper, calculated from signals of the detectors 4, 8, 10a, 10b and the inverter 9. If the power loss at the resistor 6 exceeds a predetermined value, the copper 5 is stopped by a protective circuit 12.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-196001

(43)公開日 平成8年(1996)7月30日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
B60L 3/00	C	
7/22	G	
9/18	A	
H02P 3/18	C	
	101	D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全5頁)

(21)出願番号 特願平7-4824

(22)出願日 平成7年(1995)1月17日

(71)出願人 000003115

東洋電機製造株式会社

東京都中央区八重洲2丁目7番2号

(72)発明者 小泉 真也

神奈川県海老名市東柏ケ谷4丁目6番32号

東洋電機製造株式会社相模事業所内

(72)発明者 飯田 哲史

神奈川県海老名市東柏ケ谷4丁目6番32号

東洋電機製造株式会社相模事業所内

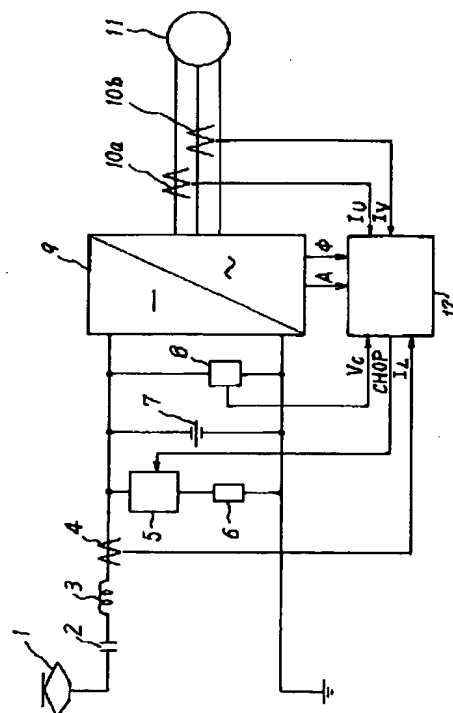
(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 電気車制御装置及びその制御方法

(57)【要約】

【目的】 発電ブレーキ回路を有する誘導電動機駆動の直流電気車の制御装置において、ブレーキ抵抗器の小形軽量化と過熱防止及び電気ブレーキの頻度を高めることによる空気ブレーキシューの磨耗防止を目的とする。

【構成】 インバータ回路9の入力側は、遮断器2とリアクトル3及び第1の電流検出器4が直列にされてパンタグラフ1と大地とへ接続され、チョップ回路5とブレーキ抵抗器6との直列回路と、コンデンサ7及び電圧検出器8が並列に接続される。インバータ回路9の出力側には、三相のうち少なくとも二相に第2の電流検出器10a, 10bを挿入した上で、電気車駆動用誘導電動機11が接続される。電気ブレーキ時にコンデンサ7の電圧が上昇した場合はチョップ回路により抵抗器6の電流を加減する制御を行い、各検出器4, 8, 10a, 10b及びインバータ回路9からの信号から演算して、抵抗器6での電力損失が所定値を越えた場合に保護回路12によりチョップ回路5を停止する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 架線に遮断器を介して直列に接続されたリアクトルと、該リアクトルに流れる電流を検出する第 1 の電流検出器と、前記リアクトルを介して架線から供給される直流電力を変換して電気車駆動用誘導電動機に三相交流電力を供給するインバータ回路と、該インバータ回路に並列に接続されたコンデンサと、該コンデンサの両端の電圧を検出する電圧検出器と、前記コンデンサに並列に接続された発電ブレーキ用の抵抗器とチョッパ回路との直列回路と、前記インバータ回路と前記誘導電動機との間で少なくとも二相の電流を検出する第 2 の電流検出器とを有し、電気ブレーキ時に前記コンデンサの電圧が上昇した場合は前記チョッパ回路により前記抵抗器の電流を加減する制御を行う電気車制御装置において、

前記抵抗器の電力損失が所定値より大きくなった場合に前記チョッパ回路を停止させる保護回路を具えてなることを特徴とする電気車制御装置。

【請求項 2】 前記抵抗器の電力損失は、前記電圧検出器と第 1 の電流検出器から演算される直流電力と、前記電圧検出器と第 2 の電流検出器の出力及びインバータ回路の電圧変換比と電圧位相とから演算される交流電力との差より演算されることを特徴とする請求項 1 記載の電気車制御装置。

【請求項 3】 前記抵抗器の電力損失は、該抵抗器の熱時定数に見合った遅れをもって演算されることを特徴とする請求項 2 記載の電気車制御装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の回路により構成され、回生ブレーキと発電ブレーキとを可逆的に運転可能な誘導電動機駆動の電気車制御装置において、ブレーキ運転中にコンデンサ電圧が上昇した場合に、通常はチョッパ回路により抵抗器の電流を加減する発電ブレーキ制御を行い、抵抗器の電力損失が所定値より大きくなった場合にはチョッパ回路による発電ブレーキ運転を停止して、コンデンサ電圧に応じてブレーキトルクを制限する回生ブレーキ運転に切り替えることを特徴とする電気車の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、発電ブレーキ回路を有する誘導電動機駆動の直流電気車の電気車制御装置及びその制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 2 は従来技術による誘導電動機駆動の直流電気車の主回路接続図である。

【0003】 架線に、パンタグラフ 1、遮断器 2、及びリアクトル 3 を介して三相交流出力のインバータ回路 9 が接続され、該インバータ回路 9 と並列に、コンデンサ 7 及び電圧検出器 8 が接続されると共に、チョッパ回路 5 と発電制動用抵抗器 6 との直列回路もそれらと並列に

接続されている。インバータ回路 9 の交流側には少なくとも二相の電流を検出する電流検出器 10a、10b を介して誘導電動機 11 が接続されている。

【0004】 電気車のブレーキ時には、誘導電動機 11 は誘導発電機として動作し、該誘導発電機で発生した交流電力はインバータ回路 9 で直流に変換され、リアクトル 3、遮断器 2 及びパンタグラフ 1 を通って架線に接続された別の負荷で消費される。このようなブレーキ制御方式を回生ブレーキ方式と言う。

【0005】 一方、電気車が閑散線区を走行する場合や、早朝及び深夜に運転される場合等で、架線に接続された別の負荷が小さい場合は、誘導電動機 11 で発生した電力を消費しきれずにコンデンサ 7 の電圧を押し上げる。この時、コンデンサ 7 の電圧を電圧検出器 8 で検出して、この検出電圧が所定値以上となったらチョッパ回路 5 を動作させて抵抗器 6 に電流を流し、電力を消費させて電気ブレーキを継続させる。このように電気車内に搭載された負荷でブレーキ電力を消費させる方式を発電ブレーキ方式と言う。また、前記回生ブレーキ方式と発電ブレーキ方式とを併用して、その負荷分担を可逆的に切り替える制御方式をブレンディングブレーキ方式と言う。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ブレンディングブレーキ方式では、電気車の走行条件及び回生負荷条件により抵抗器 6 で消費される電力が変化する。一方、抵抗器 6 は地上設備と異なり電気車上に搭載されるためにその取り付けスペースに制限があり、その熱容量も自在に大きくすることはできない。従って、抵抗器 6 で消費される電力が大きくなるような回生負荷条件と走行条件とが重なった場合、抵抗器 6 の温度上昇がその限度値を越える可能性があった。特に、電気車が下り勾配を走行する時、連続で抑速ブレーキをかけるような運転条件がある場合はその傾向が著しい。

【0007】 このような条件で抵抗器の過熱を防止するために、抵抗器の温度上昇を熱電対等の温度測定器で測定し、規定の温度以上になったら発電ブレーキを停止することが考えられる。しかし、抵抗器の温度が数百度以上となり温度測定器の取り付けが難しいこと、又抵抗器自体が高電位となるために測定回路を絶縁する必要がある等の問題があった。

【0008】 そこで、本発明は、前記の問題点を除去し、温度測定器等を用いずに抵抗器 6 の過熱を防止する保護回路を設けることで、抵抗器 6 の小形、軽量化をはかるとともに、抵抗器の過熱による不測の事故を防止する安全な電気車を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】 前記の目的を達成するために、本発明による電気車制御装置では、架線に遮断器を介して直列に接続されたリアクトルと、該リアクトル

に流れる電流を検出する第 1 の電流検出器と、前記リアクトルを介して架線から供給される直流電力を変換して電気車駆動用誘導電動機に三相交流電力を供給するインバータ回路と、該インバータ回路に並列に接続されたコンデンサと、該コンデンサの両端の電圧を検出する電圧検出器と、前記コンデンサに並列に接続された発電ブレーキ用の抵抗器とチョップ回路との直列回路と、前記インバータ回路と前記誘導電動機との間で少なくとも二相の電流を検出する第 2 の電流検出器とを有し、電気ブレーキ時に前記コンデンサの電圧が上昇した場合は前記チョップ回路により前記抵抗器の電流を加減する制御を行う電気車制御装置において、前記抵抗器の電力損失が所定値より大きくなった場合に前記チョップ回路を停止させる保護回路を具えて構成される。

【0010】前記抵抗器の電力損失は、前記電圧検出器と第 1 の電流検出器から演算される直流電力と、前記電圧検出器と第 2 の電流検出器の出力及びインバータ回路の電圧変換比と電圧位相とから演算される交流電力との差より演算されるように構成されている。

【0011】更に、前記抵抗器の電力損失は、該抵抗器の熱時定数に見合った遅れをもって演算されるように構成されている。

【0012】本発明による前記の電気車制御装置の制御方法は、回生ブレーキと発電ブレーキとを可逆的に運転可能な誘導電動機駆動の電気車制御装置において、ブレーキ運転中にコンデンサ電圧が上昇した場合に、通常はチョップ回路により抵抗器の電流を加減する発電ブレーキ制御を行い、抵抗器の電力損失が所定値より大きくなった場合にはチョップ回路による発電ブレーキ運転を停止して、コンデンサ電圧に応じてブレーキトルクを制限する回生ブレーキ運転に切り替えることを特徴としている。

【0013】

【作用】前述のような構成によって、電気車がブレンディングブレーキ制御を行っている場合に、回生負荷条件と走行条件とにより抵抗器の電力損失が所定値より大きくなった場合には、保護回路によりチョップ回路を停止させて抵抗器の過熱を防止することができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。図 1 は本発明による電気車制御装置の回路接続図で、図 2 と同一の構成要素には同一の符号が付してある。

【0015】架線から、パンタグラフ 1、遮断器 2、リアクトル 3 及び第 1 の電流検出器 4 を介して、三相交流出力のインバータ回路 9 が接続されている。インバータ

$$P_{1c} = P_{1r} + P_1$$

【0022】従って、抵抗器 6 で消費される電力 P_1 を求めるには、交流側電力 P_{1c} と架線側負荷で消費される電力 P_{1r} との差を求めればよい。

回路 9 に並列に、コンデンサ 7 と、コンデンサ電圧検出用の電圧検出器 8 と、発電ブレーキ用の抵抗器 6 とチョップ回路 5 との直列回路とが接続されている。インバータ回路 9 の交流側には、三相のうち少なくとも二相の出力線に第 2 の電流検出器 10a, 10b を介して誘導電動機 11 が接続されている。

【0016】第 1 の電流検出器 4 からは直流電流信号 I が、第 2 の電流検出器 10a, 10b からは三相出力のうち二相の交流電流瞬時値信号 I_r , I_s が、又電圧検出器 8 からはコンデンサ電圧信号 V_c が、保護回路 12 に与えられる。一方、インバータ回路 9 からは、直流電圧に対する交流電圧の変換比出力信号 A と交流電圧位相信号 ϕ とが保護回路 12 へ与えられ、保護回路 12 からはチョップ回路 5 へその起動、停止信号 $CHOP$ が与えられる。

【0017】電気車のブレーキ運転時には、従来の技術の項で述べたように、誘導電動機 11 で発生した交流電力はインバータ回路 9 で直流に変換され、第 1 の電流検出器 4 とリアクトル 3、遮断器 2 及びパンタグラフ 1 を通って架線に接続された別の負荷で消費される。

【0018】架線に接続された別の負荷が小さく、誘導電動機 11 で発生した交流電力が消費しきれない場合、インバータ回路 9 がブレーキトルクを維持させるように制御すると、コンデンサ 7 の電圧を押し上げる。この時、電圧検出器 8 でコンデンサ電圧を検出して、この値が所定値以上となったらチョップ回路 5 を動作させて抵抗器 6 に電流を流し、ブレーキにより発生した電力を消費させて電気車のブレーキトルクを維持する。

【0019】架線に接続された別の負荷が大きくなり、コンデンサ電圧が低下してきた場合は、チョップ回路 5 を制御して抵抗器 6 に流れる電流を制限する。このように、架線側負荷の大きさが変化しても必要なブレーキトルクを維持できるよう、チョップ回路 5 を制御する。

【0020】架線側負荷が非常に小さく且つ下り勾配の場合の抑速ブレーキ運転のように、電気車がブレーキ運転を継続する時間割合が多い場合は、誘導電動機 11 で発生した交流電力の大部分が抵抗器 6 で消費される。この時、抵抗器 6 の電力損失を保護回路 12 で検出して、その電力損失が所定値より大きくなった場合には、保護回路 12 からの起動、停止信号 $CHOP$ によりチョップ回路 5 を停止させて、抵抗器 6 の過熱を防止する。

【0021】図 1 において、電気車のブレーキ時に誘導電動機 11 により発生する交流側電力 P_{1c} は架線側負荷と抵抗器 6 とで消費されるから、架線側負荷で消費される電力を P_{1r} とし、抵抗器 6 で消費される電力を P_1 とすると式 (1) が成立する。

【数 1】

$$\dots\dots (1)$$

【0023】一方、架線側負荷で消費される電力 P_{1r} は式 (2) で求められる。

【数 2】

5

$$P_{1c} = I_1 \times V_c$$

ここで、 I_1 : 直流電圧

V_c : コンデンサ電圧

【0024】式(2)は、保護回路12に入力される第1の電流検出器4の出力の直流電流信号 I_1 と、電圧検出

$$P_{1c} = 3 \times (V_{1r}) \times (I_{1...} \times \cos \theta) \quad \dots\dots (3)$$

ここで、

$$V_{1r} = 3^{-1/2} \times V_{1l} = 3^{-1/2} \times 6^{1/2} \times \pi^{-1} \times V_c \times A \quad \dots\dots (4)$$

V_{1r} : 誘導電動機の相電圧実効値

V_{1l} : 誘導電動機の線間電圧実効値

$I_{1...}$: 誘導電動機の線電流実効値

$\cos \theta$: 力率

$$I_{1...} \times \cos \theta = 2 \times 3^{-1/2} \times I_1 \sin(\phi - 30^\circ) + 2 \times 3^{-1/2} \times I_1 \sin(\phi - 90^\circ) \quad \dots\dots (5)$$

I_1 , I_1 : U相及びV相電流瞬時値

ϕ : U相を基準にした電圧位相

$$P_{1c} = 2 \times 6^{1/2} \times \pi^{-1} \times V_c \times A \times \{ I_1 \sin(\phi - 30^\circ) + I_1 \sin(\phi - 90^\circ) \} \quad \dots\dots (6)$$

【0028】式(6)を見ると、 V_c は電圧検出器8の出力信号、 A 及び ϕ はインバータ回路9からの出力信号、 I_1 , I_1 は第2の電流検出器10a, 10bの出力信号で与えられるので、保護回路12で交流側電力 P_{1c} を演算することができる。勿論、架線側負荷で消費される電力 P_{1c} も演算することができるので、抵抗器6で消費される電力を P_1 を演算することができる。

【0029】ところで、電圧検出器8、第2の電流検出器10a, 10bはインバータ回路9の制御に通常必要な検出器であり、第1の電流検出器4も積算電力測定や電流計用として取り付けられることが多い。従って、本発明の電気車制御装置では、通常のインバータ回路を使用した電気車において、特別の新しい検出器を追加することなく、抵抗器6の電力損失を演算して保護動作をさせることが可能である。

【0030】抵抗器6で消費される電力は、電気車の運転条件と架線側の負荷条件とによって異なる。一方、抵抗器6はブレーキ電力の負荷として使用されるので、熱容量が大きく且つ熱時定数も大きい。従って、瞬時の電力が所定値を越えても抵抗器6がすぐに過熱するわけではなく、瞬時の電力が所定値を越えた時すぐに保護回路によりチョッパ回路を停止させることは不適切である。

【0031】図3に、抵抗器6で消費される瞬時電力 P_1 の時間変化の例と、この瞬時電力に対して一次遅れをもたせて演算された電力 P_1' の時間変化の例とを示している。一次遅れの時定数を抵抗器6の熱時定数と合わせておけば、遅れをもたせた電力 P_1' の曲線は、抵抗器6の温度上昇曲線と相似する。従って、規定値を適正な値に設け、遅れをもたせた電力 P_1' がその規定値より大きくなった場合に保護回路12によりチョッパ回路5を停止させることにより、抵抗器6の過熱を防止することができる。

6

..... (2)

器8の出力のコンデンサ電圧信号 V_c より演算される。

【0025】また、交流側電力 P_{1c} は式(3)で求められる。

【数3】

【数4】

A : インバータ回路の電圧変換比出力

10 【0026】また、 $I_{1...} \times \cos \theta$ は式(5)で与えられる。

【数5】

【0027】式(3)、式(4)、式(5)より、

【数6】

20 【0032】図1において、一般にチョッパ回路5及び抵抗器6で構成される発電ブレーキ回路の無い電気車システムでは、ブレーキ時に架線側負荷が減少するとコンデンサの電圧上昇を抑制するために、ブレーキトルクを絞る制御を行う。一方、本発明のように発電ブレーキ制御を行う電気車は、架線側の負荷が減少するとチョッパ回路5を動作させて、減少分を補うように抵抗器6で電力を消費させる。従って、ブレンディングブレーキ方式でブレーキ制御を行う場合は、架線側負荷が減少してもブレーキトルクを一定に制御できる。

30 【0033】今、抵抗器6の電力消費が大で保護回路12によりチョッパ回路5を停止させた場合にブレーキトルク一定の制御を継続すると、架線側負荷が減少した時にコンデンサ電圧を押し上げ、過電圧保護動作となって電気ブレーキが打ち切られる。そこで、チョッパ回路5を停止した場合は、前段で述べたようにコンデンサ電圧に応じてブレーキトルクを制限する制御を行い、過電圧保護が動作するのを防止する。このような制御を行うことにより電気ブレーキを継続して、抵抗器の遅れをもたせた電力 P_1' が所定値以下となった場合は再びブレンディングブレーキ方式に移行して空気ブレーキの頻度を少なくし、ブレーキシューの磨耗を防止する。

【0034】なお、本実施例では第1の電流検出器4を架線側に設置しているが、アース側に設置してもよい。同様に、第2の電流検出器10a, 10bをU相、V相に挿入してあるが、U相とW相、又はV相とW相に挿入してもよい。また、電圧検出器8はコンデンサ7と並列に接続しているが、リアクトル3又は遮断器2より架線側に接続された電圧検出器を使用してもほぼ同様の結果が得られる。

【0035】

50 【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によ

れば特に新しい検出器を設けることなく抵抗器の消費電力を演算し、その値が所定値より大きくなった場合にチョッパ回路を停止させる保護回路を設けることにより、抵抗器の小形軽量化をはかるとともに、抵抗器の過熱防止をすることにより安全な電気車を提供することができる。また、チョッパ停止後、コンデンサ電圧に応じてブレーキトルクを制限する回生ブレーキ制御を行うことにより、架線側負荷が小さい場合でも電気ブレーキを継続して、空気ブレーキの頻度を下げ、ブレーキシューの磨耗を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の電気車制御装置の一実施例を示す回路接続図である。

【図 2】従来の電気車制御装置の一例を示す回路接続図である。

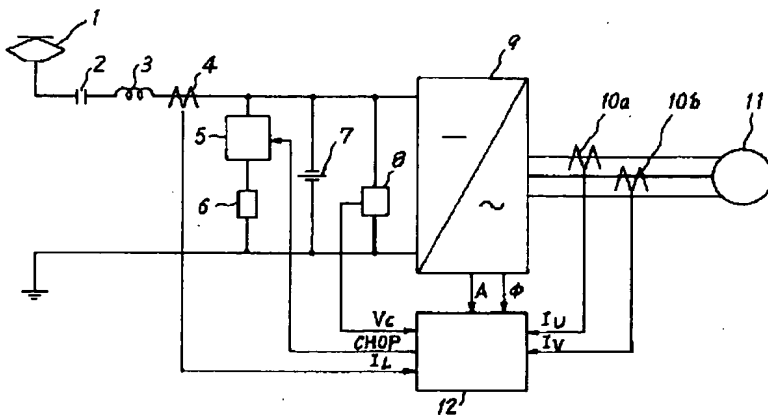
【図 3】抵抗器で消費される瞬時電力の時間変化例と、

この瞬時電力に対して一次遅れをもたせて演算された電力の時間変化例とを示すグラフである。

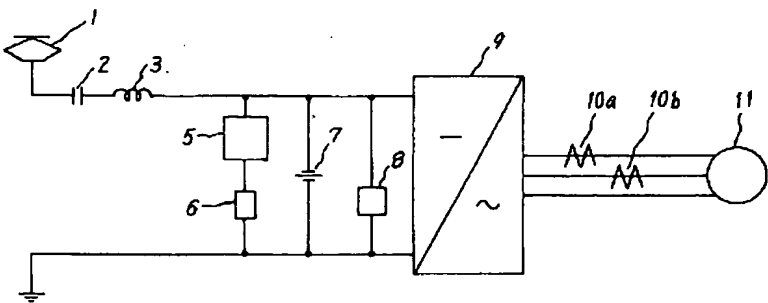
【符号の説明】

- 1 バンタグラフ
- 2 遮断器
- 3 リアクトル
- 4 第 1 の電流検出器
- 5 チョッパ回路
- 6 発電制動用抵抗器
- 10 7 コンデンサ
- 8 電圧検出器
- 9 インバータ回路
- 10a, 10b 第 2 の電流検出器
- 11 誘導電動機
- 12 保護回路

【図 1】



【図 2】



【図 3】

